

Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 663.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.002

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Елена Васильевна Дубинина <sup>1</sup>, Елена Михайловна Севостьянова <sup>2</sup>,  
Людмила Николаевна Крикунова <sup>3</sup>, Ольга Николаевна Ободеева <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, Москва, Россия

<sup>1</sup> elena-vd@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8364-9539>

<sup>2</sup> waterlena@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8307-8329>

<sup>3</sup> cognac320@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7335-0453>

<sup>4</sup> cognac320@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1068-4245>

**Аннотация.** Одним из важнейших компонентов спиртных напитков на основе дистиллятов из растительного сырья, в том числе фруктового, является умягченная вода, входящая в состав купажа. В настоящее время при производстве таких спиртных напитков контролируется только жесткость умягченной воды. Имеются крайне ограниченные сведения о влиянии минерального состава воды на органолептические характеристики напитков типа виски, плодовых водок и других, произведенных на основе дистиллятов из растительного сырья. Спиртные напитки на основе дистиллятов имеют принципиальные отличия по составу летучих компонентов от водок, производимых на основе спирта-ректификата. Летучие компоненты дистиллятов создают основу вкусо-ароматических профилей спиртных напитков. Исследований по влиянию минерального состава умягченной воды на органолептические характеристики спиртных напитков на основе дистиллятов из растительного сырья ранее не проводилось. В этой связи цель работы состояла в выявлении взаимосвязи между минеральным составом воды и качественными характеристиками спиртных напитков. Проведена оценка минерального состава 10 образцов умягченной воды с использованием ионообменной хроматографии и атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Опытные образцы спиртных напитков готовили на основе дистиллятов, полученных из ячменного солода и смеси ячменный солод-рожь. Образцы спиртных напитков различались по составу летучих компонентов и минеральному составу. Установлено, что при использовании дистиллятов с более высокой концентрацией высших спиртов, для получения спиртных напитков стабильно высокого качества, в составе умягченной воды необходимо повышать концентрацию катионов Na<sup>+</sup>, а также хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов. На основании проведенных исследований научно обоснованы требования к минеральному составу умягченной воды для спиртных напитков с определенным составом и соотношением летучих компонентов.

**Ключевые слова:** умягченная вода, способы водоподготовки, минеральный состав, дистилляты из растительного сырья, летучие компоненты, спиртные напитки, концентрация катионов, органолептические свойства, дегустационная оценка, требования к умягченной воде.

**Для цитирования:** Влияние минерального состава умягченной воды на качественные показатели спиртных напитков из растительного сырья / Е.В. Дубинина, Е.М. Севостьянова, Л.Н. Крикунова, О.Н. Ободеева. // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 11–19. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.002.

## INFLUENCE OF MINERAL COMPOSITION OF SOFTWATER WATER FOR QUALITATIVE INDICATORS OF ALCOHOLIC DRINKS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS

Elena V. Dubinina <sup>1</sup>, Elena M. Sevostyanova <sup>2</sup>,  
Lyudmila N. Krikunova <sup>3</sup>, Olga N. Obodeeva <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbатов, Moscow, Russia

<sup>1</sup> elena-vd@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8364-9539>

<sup>2</sup> waterlena@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8307-8329>

<sup>3</sup> cognac320@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7335-0453>

<sup>4</sup> cognac320@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1068-4245>

**Abstract.** *One of the most important components of alcoholic beverages based on distillates from vegetable raw material, including fruit, is softened water, which is part of the blending. Currently, only the hardness of softened water in the production of the alcoholic beverages is controlled. There is extremely limited information about the influence of the mineral composition of water on the organoleptic characteristics of beverages, such as whiskey, fruit vodkas and others, produced on the basis of distillates from vegetable raw material. Alcoholic beverages based on distillates have fundamental differences in the composition of volatile components from vodkas, produced on the basis of rectified alcohol. The basis of the flavor and aroma profiles of alcohols is formed with volatile components of distillates. Studies on the influence of the softened water's mineral composition on the organoleptic characteristics of alcoholic beverages based on distillates from vegetable raw materials have not been previously conducted. Thereby, the aim of the work is to identify the correlation between the mineral composition of water and the quality characteristics of alcoholic beverages. The assessment of the mineral composition of 10 samples of softened water was carried out using ion-exchange chromatography and atomic absorption spectrophotometry. Test samples of alcoholic beverages were prepared on the basis of distillates, obtained from barley malt and a mixture of barley malt and rye. The samples of alcoholic beverages differed in the composition of volatile components and mineral composition. It was found that it is necessary to increase the concentration of Na<sup>+</sup> cations, as well as chlorides, sulfates and hydrocarbonates in softened water when using distillates with a higher concentration of higher alcohols in order to obtain alcoholic beverages of consistently high quality. On the basis of our research, the requirements for the mineral composition of softened water for alcoholic beverages with a certain composition and ratio of volatile components have been scientifically substantiated.*

**Keywords:** *softened water, water treatment methods, mineral composition, distillates from vegetable materials, volatile components, alcoholic beverages, cation concentration, organoleptic properties, tasting assessment, requirements for softened water.*

**For citation:** Dubinina, E. V., Sevostyanova, E. M., Krikunova, L. N., & Obodeeva, O. N. (2021). Influence of mineral composition of softwater water for qualitative indicators of alcoholic drinks from vegetable raw materials. *Polzunovskiy vestnik*, 1, 11-19. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.002.

Основными ингредиентами купажа дистиллированных спиртных напитков являются дистилляты из различных видов растительного сырья (зерновые, солодовые, фруктовые и т. д.) и умягченная (специально подготовленная) вода (до 40–45 %). В настоящее время вода, используемая в составе купажей спиртных напитков, оценивается только с позиции общей жесткости, что не позволяет прогнозировать интенсивность и направление физико-химических процессов при ее смешивании с дистиллятом, а также потребитель-

ские свойства готового продукта, включая его органолептические характеристики и стойкость [1, 2].

Известно, что для воды, используемой для мойки и ополаскивания бутылок, присутствие солей жесткости нежелательно. При использовании жесткой воды после высыхания на бутылках обычно остаются разводы, ухудшающие товарный вид продукции [3].

Исходная вода, поступающая на предприятие из центральной системы водоснабжения либо из собственной артезианской

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

скважины, чаще всего имеет жесткость выше 1,0 °Ж, и должна быть подвергнута умягчению одним из принятых в настоящее время способов. Наиболее распространенным способом умягчения воды является ионный обмен (катионирование), т. е. обработка воды при помощи ионообменных смол, загруженных в специальные реакторы (колонны) [4, 5]. Ионный обмен основан на замещении в воде ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , содержащихся в солях жесткости, на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Для этого способа характерны определенные преимущества, заключающиеся, в первую очередь, в простоте эксплуатации и обслуживания. Основным недостатком ионообменного умягчения воды является необходимость частой регенерации смол с использованием концентрированных сильных неорганических кислот или насыщенного раствора хлорида натрия (поваренной соли) и ограниченный срок службы.

В качестве альтернативного способа водоподготовки часто применяют более современные установки обратноосмотической очистки [5, 6, 7]. Обратный осмос представляет собой самый тонкий уровень фильтрации. Мембраны, входящие в состав обратноосмотической установки, служат барьером для всех растворенных солей, а также для веществ с молекулярным весом более 100 ед. Молекулы воды, наоборот, свободно проходят через мембрану, благодаря чему на выходе создается поток очищенной воды. Удаление растворенных солей составляет 95,0–99,9 %. Рабочее давление в обратноосмотической установке обычно варьируется от 5 бар (для солоноватой воды) и до 84 бар (для морской воды). Имея несомненные преимущества перед умягчением воды ионообменным способом, этот способ характеризуется практически полным удалением всех минеральных солей из воды. В тоже время известно, что для получения спиртных напитков с высокими органолептическими характеристиками полное удаление солей из воды нежелательно [8, 9].

На практике при выборе способов водоподготовки для конкретного вида спиртного напитка технолог основывается только на достижении необходимой строго контролируемой жесткости. При этом не учитывается минеральный состав умягченной воды и соотношение отдельных компонентов в ней, которые, как показано в работах [10, 11], влияют на качество готового напитка. Поэтому часто производители добавляют в умягченную обратным осмосом воду часть отфильтрованной исходной или минеральной воды,

регулируя вкусовые качества конечного продукта эмпирически на основе только органолептического анализа. Научное обоснование данного технологического приема отсутствует.

Настоящая работа посвящена разработке научного подхода к требованиям по минеральному составу умягченной воды для обеспечения гармонизации вкусоароматических характеристик спиртных напитков на основе дистиллятов из растительного сырья с различным содержанием летучих компонентов.

### **Объекты и методы исследований**

В качестве объектов исследования в работе были использованы: 10 образцов умягченной воды, полученной на российских предприятиях, осуществляющих производство дистиллированных спиртных напитков (бренди, плодовых водок, виски); зерновые дистилляты из различных видов сырья (ячменного солода и смеси ржи и ячменного солода в соотношении 70 % : 30 %); опытные купажи спиртных напитков.

Опытные образцы зерновых дистиллятов были получены на установке однократной прямой сгонки «Kothe Destillationstechnik» (Германия) с рабочим объемом куба 15 дм<sup>3</sup>. Всего было получено 20 образцов дистиллятов. Они были разделены на 4 группы, которые существенно различались по качественному составу и количественному содержанию основных летучих компонентов и по их органолептическим характеристикам.

Работа проводилась в отделе технологии крепких напитков и лаборатории минеральных вод ВНИИПБиВП (Россия, г. Москва). Качественные показатели образцов воды оценивали по органолептическим (цвет, запах, вкус) и физико-химическим показателям (общая жесткость, минеральный состав, содержание анионов, катионов и токсичных соединений). Органолептическая оценка качества умягченной воды осуществлялась по 19-балльной системе для негазированной продукции, разработанной специалистами ВНИИПБиВП и утвержденной в установленном порядке. Данная система используется при органолептической оценке безалкогольных напитков, включая минеральные и питьевые воды, на профессиональных дегустациях, в т. ч. на Международных конкурсах. Дегустацию проводили закрытым методом.

Общую жесткость воды определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жесткости» [12].

Массовую концентрацию катионов и анионов определяли методом ионообменной хроматографии с использованием хромато-

графа ионного «Metrohm Advanced-Compact IC-853» (Швейцария) [13].

Состав микроэлементов анализировали на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS-3 («Карл Цейс Йена», Германия) по ранее разработанной методике [14].

Качественный и количественный состав летучих компонентов в дистиллятах определяли методом газовой хроматографии на приборе Thermo Trace GC Ultra (Thermo, USA) с пламенно-ионизационным детектором по действующей методике [15].

Органолептический анализ купажей спиртных напитков осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 32051-2013 [16] по 10-балльной системе. Для проведения органолептического анализа была создана группа квалифицированных экспертов, состоящая из 9 человек. Результаты дегустации

обсчитывали путем определения медианной оценки.

За результат измерения физико-химических показателей принимал среднее значение не менее 3-х измерений. Обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием методов математической статистики и программного обеспечения Excel 2010 Microsoft Office.

#### Результаты и их обсуждение

При исследовании образцов исходной воды было установлено, что в зависимости от региона, в котором расположено предприятие и способа умягчения, они сильно различались по качественным показателям, в т. ч. по общей жесткости и минеральному составу. Жесткость воды во всех образцах соответствовала нормативным требованиям (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели образцов умягченной воды

Table 1 – Physical and chemical indicators of softened water samples

| Показатели состава воды   | Способ обработки / Номер образца |       |        |      |       |      |                |        |        |       |
|---|----------------------------------|-------|--------|------|-------|------|----------------|--------|--------|-------|
|   | Ионный обмен                     |       |        |      |       |      | Обратный осмос |        |        |       |
|   | 1                                | 2     | 3      | 4    | 5     | 6    | 7              | 8      | 9      | 10    |
| Жесткость, °Ж   | 0,34                             | 0,4   | 0,70   | 0,33 | 0,24  | 0,25 | < 0,1          | < 0,1  | < 0,1  | < 0,1 |
| pH  | 7,1                              | 7,4   | 7,0    | 7,8  | 7,2   | 6,5  | 6,8            | 6,5    | 6,7    | 6,8   |
| Окисляемость перманганатная, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | 1,2                              | 0,5   | < 0,25 | 1,5  | 0,8   | 0,5  | < 0,25         | < 0,25 | < 0,25 | 0,25  |
| Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>                              | 4,2                              | 1,3   | 0,72   | 5,1  | 2,4   | 0,34 | 0,34           | 0,16   | 0,24   | 0,18  |
| Массовая концентрация катионов и анионов, мг/дм <sup>3</sup> :  |                                  |       |        |      |       |      |                |        |        |       |
| Кальций (Ca <sup>2+</sup> )                                     | 6,9                              | 7,3   | 8,9    | 3,5  | 2,8   | 3,8  | 1,6            | 1,6    | < 0,5  | < 0,5 |
| Магний (Mg <sup>2+</sup> )                                      | < 0,5                            | < 0,5 | 3,2    | 1,8  | 1,2   | 0,7  | < 0,5          | < 0,5  | < 0,5  | < 0,5 |
| Натрий (Na <sup>+</sup> )                                       | 255,1                            | 56,2  | 71,6   | 168  | 101,2 | 5,6  | 7,2            | 2,8    | 8,2    | 4,2   |
| Хлориды   | 22,6                             | 7,6   | 14,6   | 87   | 56,8  | 1,2  | 0,8            | 1,1    | 2,8    | < 0,5 |
| Сульфаты  | 310,1                            | 62,0  | 130,6  | 22,9 | 36,2  | 5,5  | 1,3            | < 0,5  | 0,7    | < 0,5 |
| Гидрокарбонаты  | 258,6                            | 79,3  | 43,8   | 310  | 145   | 20,8 | 20,7           | 9,8    | 14,6   | 11,0  |

Установлено, что минеральный состав умягченной воды зависит от способа умягчения. Так, образцы воды, подготовленной с использованием ионного обмена, кроме образца 6, в основном характеризовались повышенным значением активной кислотности (pH), что обусловлено высоким содержанием в них анионов, преимущественно сульфатов и гидрокарбонатов. Способ умягчения с использованием обратного осмоса характеризовался величиной pH менее 7,0 и стабильно низкими значениями концентрации всех микроэлементов, в т. ч. анионов, вне зависимости от производителя.

Образцы воды, полученной с помощью ионного обмена, содержали существенно более высокие концентрации минеральных веществ, и их значения варьировались в широ-

ких пределах. Концентрация кальция во всех образцах умягченной воды находилась в пределах рекомендованных значений, обеспечивающих стабильность спиртных напитков при хранении [17]. Однако при обработке ионообменным способом этот показатель в 4–6 раз превышал значения в образцах, полученных с использованием обратного осмоса.

Содержание натрия варьировалось в широком диапазоне. Установлено, что в образце 1 концентрация натрия превышала гигиенический норматив для питьевой воды в 1,3 раза. Этот образец отличался также повышенным содержанием сульфатов, которые могут создавать горечь во вкусе спиртного напитка, приготовленного на основе спиртаректификата, а также провоцируют образование осадков [2]. Среди исследованных образ-

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

цов умягченной воды с использованием ионного обмена избыточная концентрация сульфатов отмечена также в образце 3.

Присутствие высокой концентрации гидрокарбонатов в образцах 1 и 4 (свыше 240 мг/дм<sup>3</sup>) может отрицательно сказаться на органолептической оценке спиртного напитка. Имеются сведения о наличии горечи и грубых оттенков во вкусе спиртных напитков на основе спирта-ректификата при использовании воды с повышенной концентрацией гидрокарбонатов [8].

В отличие от спирта-ректификата дистилляты имеют разнообразный качественный состав и содержат высокие концентрации летучих примесей, придающих им характерные аромат и вкус [18]. Это дает основания предположить, что при смешивании умягченной воды с дистиллятом возможность взаимодействия компонентов смеси (купажа) и, следовательно, требуется проведение дополнительных исследований по определению оптимальных концентраций минеральных солей, преимущественно хлоридов, сульфатов

и гидрокарбонатов для дистиллятов с различным составом летучих компонентов.

По органолептическим показателям образцы воды, подготовленные способом обратного осмоса, практически не отличались друг от друга. По вкусу все образцы из этой группы были нейтральными и мягкими. Образцы воды, подготовленной способом ионного обмена, напротив, сильно различались по органолептическим характеристикам.

На основании результатов физико-химического и органолептического анализа для приготовления опытных купажей спиртных напитков были выбраны 3 образца воды (образцы 2, 5, 6), подготовленной способом ионного обмена. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Дистилляты, использованные для приготовления опытных образцов спиртных напитков, были разделены в соответствии с общим содержанием летучих компонентов на 4 группы. Результаты анализа состава летучих компонентов дистиллятов, полученных из ячменного солода или смеси ржи и ячменного солода, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав летучих компонентов различных групп зерновых дистиллятов

Table 2 – Composition of volatile components of various groups of grain distillates

| Наименование летучего компонента | Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup> б.с. |                  |                  |                  |
|----------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|
|                                  | I группа                                       | II группа        | III группа       | IV группа        |
| Ацетальдегид                     | 85–267   | 8–256            | 23–70            | 52–302           |
| Изобутеральдегид                 | 1–8  | 0–3              | 1–10             | 1–2              |
| Ацетон                           | 1–2  | 0–1              | 0–1              | 1–2              |
| Метанол                          | 27–52  | 32–56            | 34–67            | 43–105           |
| 1-пропанол                       | 222–419  | 408–468          | 463–622          | 495–752          |
| Изобутанол                       | 804–892  | 929–1082         | 1039–1263        | 1134–1251        |
| 1-бутанол                        | 4–20   | 6–16             | 6–10             | 9–14             |
| Изоамилол                        | 1569–2028                                      | 2249–2313        | 2566–2721        | 2583–3210        |
| 2-пропанол                       | 1–8  | 0–4              | 1–3              | 1–5              |
| Гексанол                         | 1–13   | 3–7              | 2–3              | 4–9              |
| Этилацетат                       | 68–98  | 6–119            | 38–101           | 95–148           |
| Изоамилацетат                    | 25–31  | 0–24             | 0–60             | 17–48            |
| Этиллактат                       | 0–6  | 1–2              | 0–2              | 0–4              |
| Этилкапроат                      | 0–4  | 0–3              | 5–6              | 7–15             |
| Этилкаприлат                     | 10–18  | 11–20            | 9–14             | 12–16            |
| Этилкапрат                       | 11–24  | 18–32            | 17–26            | 20–25            |
| Фенилэтиловый спирт              | 6–8  | 23–25            | 10–32            | 21–26            |
| <b>Общее содержание</b>          | <b>3154–3493</b>                               | <b>3979–4149</b> | <b>4477–4753</b> | <b>5180–5250</b> |

Установлено, что основными летучими компонентами зерновых дистиллятов являются высшие спирты, относительное содержание которых намного больше, чем в дистиллятах и спиртных напитках из фруктового сырья. Было отмечено значительное варьирование массовой концентрации отдельных сложных эфиров и карбонильных соединений

внутри выделенных групп дистиллятов, что связано с особенностями биохимического состава использованного сырья. Солодовые дистилляты по сравнению с дистиллятами из смеси ржи и солода содержали более высокие концентрации сложных эфиров и карбонильных соединений.

С использованием методов математической статистики ранее были определены группы летучих компонентов, оказывающих положительное или отрицательное влияние на дегустационную оценку дистиллятов [19]. Для испытанных дистиллятов выявлена высокая положительная корреляционная зависимость дегустационной оценки от соотноше-

ния спиртов C5 и суммы спиртов C3, C4 ( $r_{xy} = 0,641$ , при  $p = 0,05$ ).

На рисунке 1 представлено распределение основных летучих компонентов зерновых дистиллятов в соответствии с их массовой долей в суммарном содержании и значимостью при органолептической оценке.

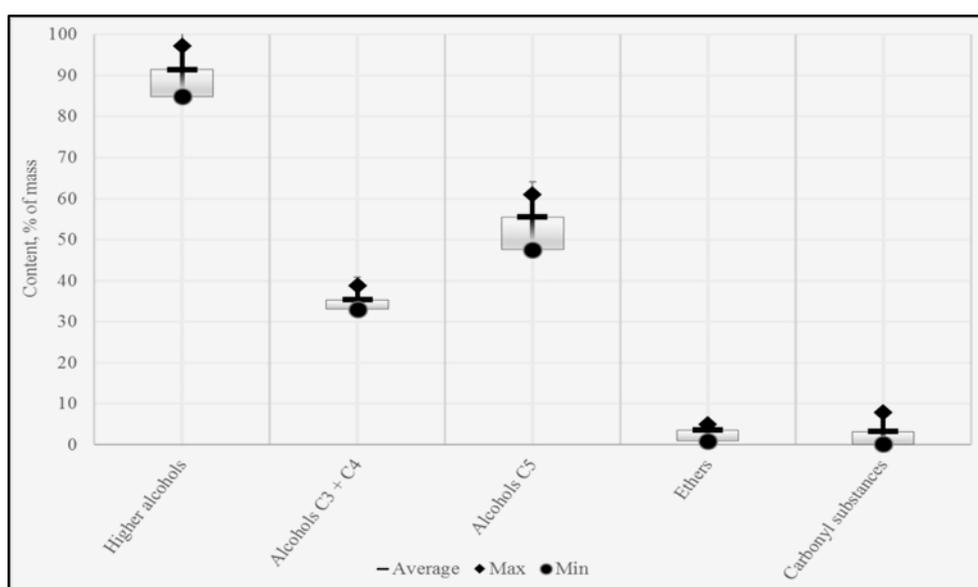


Рисунок 1 – Оценка значимости летучих компонентов в зерновых дистиллятах

Figure 1 – Assessment of the significance of volatile components in grain distillates

Представленные данные позволяют четко определить высшие спирты как наиболее значимые летучие соединения в составе зерновых дистиллятов. Их доля в сумме летучих соединений в среднем составляет 91,5 %. Сумма карбонильных соединений в составе всех групп зерновых дистиллятов не превышала 8 % и, следовательно, они не могут оказывать негативного влияния на их органолептические свойства.

В процессе приготовления спиртного напитка массовая концентрация всех летучих компонентов обычно снижается более, чем в 2 раза. При этом концентрация карбонильных соединений уменьшается до значений ниже порога восприятия. Доля сложных эфиров в зерновых дистиллятах также незначительна и составляет в среднем 3,6 %. Концентрации отдельных эфиров не превышали их пороговых значения по аромату.

Таким образом, для определения оптимального солевого состава подготовленной воды, используемой в купаже спиртного напитка, основными критериями были выбраны массовая концентрация высших спиртов и величина соотношения спиртов C5 и суммы спиртов C3, C4. Из каждой группы дистилля-

тов был приготовлен один типичный образец путем эгализации и затем составлены купажи спиртных напитков крепостью 40 % об. с использованием умягченной воды с различным солевым составом (образцы: 1(2), 1(5), 1(6); 2(2), 2(5), 2(6); 3(2), 3(5), 3(6); 4(2), 4(5), 4(6). Во всех образцах умягченной воды концентрации ионов кальция и магния, влияющих на образование солей жесткости, находились на нижнем пределе обнаружения, по этой причине они не могли спровоцировать образование осадков в напитках.

Применение умягченной воды с различным солевым составом в купажах спиртных напитков по-разному отразилось на их органолептических характеристиках в зависимости от массовой концентрации высших спиртов и их соотношения. Результаты органолептической оценки спиртных напитков представлены в таблице 3.

Установлено, что на дегустационные показатели напитков наибольшее влияние оказывает концентрация ионов натрия и гидрокарбонатов в умягченной воде.

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Таблица 3 – Влияние солевого состава умягченной воды на органолептическую оценку спиртных напитков

Table 3 – Influence of the salt composition of softened water on the organoleptic assessment of alcoholic beverages

| Наименование образца | Массовая концентрация высших спиртов, мг/дм <sup>3</sup> б.с. | Соотношение спиртов C <sub>5</sub> / (C <sub>3</sub> + C <sub>4</sub> ) | Дегустационная оценка, балл |
|----------------------|---|---|-----------------------------|
| 1 (Контроль)         | 2980 ± 31   | 1,52 – 1,54   | 8,5                         |
| 1(2)                 | 2980 ± 31   | 1,52 – 1,54   | 8,7                         |
| 1(5)                 | 2980 ± 31   | 1,52 – 1,54   | 8,6                         |
| 1(6)                 | 2980 ± 31   | 1,52 – 1,54   | 8,9                         |
| 2 (Контроль)         | 3743 ± 44   | 1,56 – 1,57   | 8,3                         |
| 2(2)                 | 3743 ± 44   | 1,56 – 1,57   | 8,7                         |
| 2(5)                 | 3743 ± 44   | 1,56 – 1,57   | 8,6                         |
| 2(6)                 | 3743 ± 44   | 1,56 – 1,57   | 8,6                         |
| 3 (Контроль)         | 4350 ± 52   | 1,54 – 1,55   | 8,4                         |
| 3(2)                 | 4350 ± 52   | 1,54 – 1,55   | 8,5                         |
| 3(5)                 | 4350 ± 52   | 1,54 – 1,55   | 8,8                         |
| 3(6)                 | 4350 ± 52   | 1,54 – 1,55   | 8,7                         |
| 4 (Контроль)         | 4735 ± 71   | 1,57 – 1,59   | 8,2                         |
| 4(2)                 | 4735 ± 71   | 1,57 – 1,59   | 8,3                         |
| 4(5)                 | 4735 ± 71   | 1,57 – 1,59   | 8,8                         |
| 4(6)                 | 4735 ± 71   | 1,57 – 1,59   | 8,6                         |

Так, при купажировании дистиллятов первой группы, имеющих минимальную концентрацию высших спиртов и минимальное значение их соотношения наиболее высокую дегустационную оценку получил купаж, приготовленный с использованием воды образца 6. Данный купаж характеризовался чистым, сложным ароматом с тонами исходного сырья с фруктовыми оттенками и мягким гармоничным вкусом. При использовании в составе купажа воды с высоким содержанием ионов натрия и гидрокарбонатов (образец 5) аромат характеризовался менее выраженными оттенками исходного сырья, а во вкусе напитка ощущалась несвойственная горечь.

Напротив, как видно из представленных данных, при купажировании дистиллятов с более высокой концентрацией высших спиртов и повышенным значением величины их соотношения (образцы 3(5), 4(5)) большое содержание гидрокарбонатов и ионов натрия оказывает положительное влияние на органолептическую оценку спиртного напитка.

Результаты органолептической оценки, вошедшие в массив данных, позволили выработать рекомендации к минеральному составу умягченной воды в зависимости от массовой концентрации (МК) высших спиртов и значения соотношения спиртов C<sub>5</sub> и суммы спиртов C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> в зерновых дистиллятах (таблица 4).

Таблица 4 – Рекомендуемые показатели минерального состава умягченной воды в зависимости от состава летучих компонентов дистиллятов

Table 4 – Recommended indicators of the mineral composition of softened water depending on the composition of volatile components of distillates

| МК высших спиртов, мг/дм <sup>3</sup> б.с. | Соотношение спиртов C <sub>5</sub> / (C <sub>3</sub> + C <sub>4</sub> ) | Массовая концентрация катионов и анионов, мг/дм <sup>3</sup> |                  |                 |         |          |                |
|--|---|--|------------------|-----------------|---------|----------|----------------|
|  |   | Ca <sup>2+</sup>   | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | Хлориды | Сульфаты | Гидрокарбонаты |
| 2600 – 3400                                | 1,52 – 1,54   | ≤ 4,0  | < 1,0            | < 6,0           | < 1,5   | ≤ 5,5    | ≤ 25,0         |
| 3400 – 4000                                | 1,56 – 1,57   | ≤ 7,5  | < 0,5            | < 60,0          | < 8,0   | < 65,0   | < 80,0         |
| 4000 – 4650                                | 1,54 – 1,55   | ≤ 3,0  | < 1,5            | < 105,0         | ≤ 60,0  | < 40,0   | ≤ 145,0        |
| 4200 – 5250                                | 1,57 – 1,59   | ≤ 3,0  | < 1,5            | < 105,0         | ≤ 60,0  | < 40,0   | ≤ 145,0        |

Установлено, что при использовании дистиллятов с более высокой концентрацией высших спиртов, для получения спиртных напитков стабильно высокого качества, в составе умягченной воды необходимо повышать концентрацию катионов  $\text{Na}^+$ , а также концентрацию анионов (хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов). Концентрацию катионов  $\text{Ca}^{2+}$  в подготовленной воде рекомендуется регулировать на уровне не более 3,0–7,5 мг/дм<sup>3</sup>, в зависимости от величины соотношения спиртов С5 и суммы спиртов С3, С4. Массовая концентрация ионов  $\text{Mg}^{2+}$  в воде при производстве спиртных напитков из зерновых дистиллятов не должна превышать 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

В целом, результаты проведенных исследований позволили научно обосновать требования к минеральному составу умягченной воды для спиртных напитков, изготавливаемых из дистиллятов с различным содержанием и соотношением основных летучих компонентов. Разработанные рекомендации по минеральному составу умягченной воды позволяют без дополнительных затрат значительно повысить качество спиртных напитков на основе дистиллятов из растительного сырья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оганесянц Л.А., Линецкая А.Е., Данилян А.В. Проблема стабилизации коньяков // Виноделие и виноградарство. – 2005. – № 1. – С. 24–25.
2. Бурачевский И.И., Морозова С.С., Ющенко Г.И., Бурачевская В.Ю., Устинова Е.В. Возможные причины образования осадков в водках и рекомендации по их устранению // Ликероводочное производство и виноделие. – 2009. – № 9. – С. 14–16.
3. Борисов Б.А., Егорова Е.Ю., Зайнуллин Р.А. Водоподготовка в производстве пищевых продуктов и напитков. – СПб. : Профессия, 2015. – 398 с.
4. Поляков В.А., Абрамова И.М., Морозова С.С., Медриш М.Э., Устинова Е.В. Исправленная вода для приготовления высокосортных водок // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2015. – №1. – С. 20–22.
5. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка. – М. : ДеЛи плюс, 2013. – 679 с.
6. Даудова Т.Н., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Даудова Л.А. Новый способ водоподготовки для производства алкогольных напитков // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 12–13.
7. Йенс Липницки, Жюльен Ожье, Штефан Леманн Опыт применения обратного осмоса в качестве четвертой стадии очистки // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2018. – Вып. 8, №128. – С. 30–35.

8. Абрамова И.М., Поляков В.А., Медриш М.И., Павленко С.В. Значение ионного состава водок в контроле алкогольной продукции // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2013. – № 2. – С. 20–21.

9. Севостьянова Е.М., Осипова В.П., Хорошева Е.В., Ремнева Г.А. Влияние технологической воды на органолептические характеристики крепких напитков // Пиво и напитки. – 2017. – № 3. – С. 40–43.

10. Ермолаева Г.А. Влияние солевого состава воды на качество водки // Производство ликероводочных изделий. – 2002. – № 1. – С. 21.

11. Данилян А.В. Совершенствование технологии стабилизации коньяков с использованием высокоэффективных полимерных материалов. – Автореф. дис. ... кандидата техн. наук. – Москва. – 2006. – 25 с.

12. ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методика определения жесткости. – Москва, Россия, 2012.

13. ГОСТ 31867-2012 Вода питьевая. Определение содержания анионов методом хроматографии и капиллярного электрофореза. – Москва, Россия, 2012.

14. ГОСТ Р 57162-2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. – Москва, Россия, 2016.

15. ГОСТ 33834-2016 Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. – Москва, Россия, 2016.

16. ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа. – Москва, Россия, 2013.

17. Славская М.Л., Ильина Е.В., Макаров С.Ю. Требования к качеству воды для приготовления водок // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – №3. – С. 15–17.

18. Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В. К вопросу оценки качества дистиллятов из крахмалсодержащего сырья // Ползуновский вестник. – 2018. – № 4. – С. 45–49.

19. Wechgama K., Laopaiboon L., Laopaiboon P. Quantitative Analysis of Main Volatile and Other Compounds in Traditional Distilled Spirits from Thai Rice // Biotechnology. – 2008. – № 7. – P. 718–724.

#### Информация об авторах

*Е. В. Дубинина – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова.*

*Е. М. Севостьянова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова.*

*Л. Н. Крикунова – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник*

*ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2021*

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА УМЯГЧЕННОЙ ВОДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРТНЫХ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

ник Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова.

О. Н. Ободеева – младший научный сотрудник Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова.

### REFERENCES

1. Oganesyants, L.A., Linetskaya, A.E. & Danilyan, A.V. (2005). The problem of stabilization of cognacs. *Winemaking and viticulture*, (1), 24–25. (In Russ.).
2. Burachevsky, I.I., Morozova, S.S., Yushchenko, G.I., Burachevskaya, V.Yu. & Ustinova E.V. (2009). Possible causes of precipitation in vodkas and recommendations for their elimination. *Distillery production and winemaking*, (9), 14–16. (In Russ.).
3. Borisov, B.A., Egorova, E.Yu. & Zainullin, R.A. (2015). *Water treatment in the food and beverage industry*. Saint-Petersburg: Professiya. (In Russ.).
4. Polyakov, V.A., Abramova, I.M., Morozova, S.S., Medrish, M.E. & Ustinova, E.V. (2015). Reclaimed water for the preparation of high-grade vodkas. *Production of alcohol and alcoholic beverages*, (1), 20–22. (In Russ.).
5. Ryabchikov, B.E. *Modern water treatment*. Moscow: DeLi plus. (In Russ.).
6. Daudova, T.N., Akhmedov, M.E., Demirova, A.F. & Daudova, L.A. (2014). A new method of water treatment for the production of alcoholic beverages. *Beer and drinks*, (4), 12–13. (In Russ.).
7. Lipnitsky, J., Ogier, J. & Lehmann, S. (2018). Experience of using reverse osmosis as the fourth stage of purification. *Water purification. Water treatment. Water supply*, 8 (128), 30–35.
8. Abramova, I.M., Polyakov, V.A., Medrish, M.I. & Pavlenko, S.V. (2013). The value of the ionic composition of vodkas in the control of alcoholic products. *Production of alcohol and alcoholic beverages*, (2), 20–21. (In Russ.).
9. Sevostyanova, E.M., Osipova, V.P., Horosheva, E.V. & Remneva, G.A. Influence of technological water on the organoleptic characteristics of strong drinks. *Beer and drinks*. (3), 40–43. (In Russ.).
10. Ermolaeva, G.A. Influence of the salt composition of water on the quality of vodka. *Production of liqueur and dairy products*, (1), 21–22. (In Russ.).
11. Danilyan, A.V. (2006). Improvement of the technology of stabilization of cognacs using high-performance polymer materials. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).
12. Drinking water. Stiffness determination method. (2014). *HOST 31954-2012 from 1 January*

2014. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

13. Drinking water. Determination of the content of anions by chromatography and capillary electrophoresis. (2014). *HOST 31867-2012 from 1 January 2014*. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

14. Water. Determination of the content of elements by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization. (2018). *HOST R 57162-2016 from 11 January 2018*. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

15. Wine products and raw materials for its production. Gas chromatographic method for determining the mass concentration of volatile components. (2018). *HOST 33834-2016 from 1 January 2018*. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

16. Wine products Methods of organoleptic analysis. (2014). *HOST 32051-2013 from 1 July 2014*. Moscow: Standards Publishing House (In Russ.).

17. Slavskaya, M.L., Ilyina, E.V. & Makarov, S.Yu. (2009). Requirements for the quality of water for the preparation of vodkas. *Production of alcohol and alcoholic beverages*, (3), 15–17. (In Russ.).

18. Krikunova, L.N. & Dubinina, E.V. (2018). On the issue of assessing the quality of distillates from starch-containing raw materials. *Polzunovskiy Vestnik*, (4), 45–49. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.04.009.

19. Wechgama, K., Laopaiboon, L. & Laopaiboon, P. Quantitative Analysis of Main Volatile and Other Compounds in Traditional Distilled Spirits from Thai Rice. *Biotechnology*, (7), 718–724. (In Russ.).

### Information about the authors

E. V. Dubinina – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbato.

E. M. Sevostyanova – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbato.

L. N. Krikunova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher at the Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbato.

O. N. Obodeeva – Junior Researcher at the Federal Scientific Center for Food Systems V.M. Gorbato.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.01.2021; одобрена после рецензирования 22.02.2021; принята к публикации 01.03.2021.

The article was received by the editorial board on 15 Jan 21; approved after reviewing on 22 Feb 21; accepted for publication on 01 Mar 21.